

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The ceramic heater in which the metal exoergic body whorl to which it consists of palladium and silver, and the weight ratio of palladium and silver uses the alloy of 0.3:99.7-40:60 as a principal component was formed on the alumimium nitride sintered compact front face.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to a new ceramic heater. It is the ceramic heater which has a highly precise and quick programming rate and a temperature fall rate, and made uniform temperature distribution possible in detail.

[0002]

[Description of the Prior Art] The ceramic heater in which the metal exothermic body which was formed between the bases on an alumimum nitride ceramic base is excellent in the point that the high calorific value per unit area can be taken, can perform small and lightweight-ization, and since thermal resistance is also high, it is beginning to be widely used for an electrical home appliance, various manufacturing installations, etc.

[0003] However, there was a problem of being hard to apply in heating cooling for the medicine which needs a highly precise and quick programming rate and a temperature fall rate, for example, chemistry, and the bionics fields, and a thermostat in the above-mentioned ceramic heater.

[0004] On the other hand, it gets wet, a property is bad, and in order to have the fault [ as opposed to the metal of the front face in an alumimum nitride sintered compact ] that the adhesion of a meal exothermic body is bad and to cancel this fault, the ceramic heater which used the alloy which consists of palladium and platinum as a meal exothermic body is proposed.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the ceramic heater which used the above-mentioned alloy still had the room of amelioration about highly precise and quick temperature control, although the adhesion over an alumimum nitride sintered compact was improved.

[0006]

[Means for Solving the Problem] By using the meal exothermic body which uses as a principal component the Ag-Pd alloy which contains palladium in the specific range as a result of inquiring wholeheartedly that the above-mentioned problem should be solved, even if it repeats heating/cooling cycle, the adhesion reinforcement to an alumimum nitride base does not fall, but this invention person finds out that the ceramic heater which moreover made possible highly precise and quick temperature control is obtained, and came to complete this invention.

[0007] This invention is the ceramic heater in which the metal exoergic body whorl to which it consists of palladium and silver, and the weight ratio of palladium and silver uses the alloy of 0.3:99.7-40:60 as a principal component was formed on the alumimium nitride sintered compact front face.

[0008] In this invention, an alumimium nitride sintered compact is used that the thing of the quality of the material well-known as a ceramic heater and a configuration does not especially have a limit. For example, as the quality of the material, thermal conductivity is suitable for the thing more than 160 W/m-K (room temperature).

[0009] Moreover, although a configuration can take tabular and the configuration of the arbitration of cylindrical \*\* according to the purpose of use, a configuration with a flush front face is more desirable than the ease at the time of printing the paste for meal-exothermic-body formation mentioned later.

[0010] The description of this invention is to have become the front face of this alumimium nitride sintered compact from palladium and silver, and for the weight ratio of palladium and silver have formed in it 0.3:99.7-40:60 and the metal exoergic body whorl which uses the alloy of 6:94-27:73 as a principal component preferably. That is, when there are few rates of palladium than 0.3, the mechanical property of the meal exothermic body formed is not enough, and the adhesion to an alumimium nitride sintered compact front face falls.

[0011] Therefore, it not only cannot perform temperature control of a ceramic heater with a sufficient precision, but endurance falls.

[0012] When [ of palladium ] 40 is exceeded, heating/cooling rate of the heating element of the ceramic heater obtained become slow, and it becomes impossible moreover, to perform a temperature up and cooling with a sufficient precision comparatively. moreover, the rate of specific resistance of this heating element -- more than 50micro ohm-cm -- becoming -- the first impression power -- applying -- being hard -- the standup at the time of a temperature up is late (since it becomes a high voltage and low current) -- \*\* -- the problem to say arises. Furthermore, the low material for lead junction of an electrode section and solder wettability worsen, and inclusion to other equipments becomes difficult.

[0013] In this invention, the approach of forming the metal exoergic body whorl of the above-mentioned presentation in an alumimium nitride sintered compact front face Although not restricted especially, generally palladium powder with a particle size of 1.5-2.7 micrometers and silver dust with a particle size of 1.1-2.3 micrometers are blended at a rate of Pd/Ag=0.3 / 99.7 - 40/60 by the weight ratio. After kneading and distributing this with an organic vehicle, creating a paste and applying this paste by approaches, such as screen-stencil, on a base, the approach of drying and calcinating is mentioned.

[0014] In the above-mentioned approach, ethyl cellulose, di-n-butyl phthalate, butyl carbitol acetate, etc. are suitably used as an organic vehicle. Moreover, organic solvents, such as TEREPINE oar, may be added for viscosity accommodation.

[0015] Furthermore, it is desirable to add active metals, such as 2 - 7% of the weight of Ti and Zr, and 10 or less % of the weight of a glass component to the above-mentioned alloy presentation from the point which raises the adhesion of the metal exoergic body whorl formed in an alumimium nitride sintered compact front face.

[0016] Moreover, in atmospheric air, the baking conditions after paste coating and desiccation are 810-870-degree C temperature requirements, and about 10 - 180 minutes

is [ that what is necessary is just to determine suitably ] suitable for them.

[0017] In this invention, although especially the pattern of this metal exoergic body whorl is not restricted, what arranged the linear pattern at fixed spacing is suitable for it.

[0018] Moreover, what is necessary is just to determine the thickness of a metal exoergic body whorl suitably according to the width of face of a pattern, the rate of the palladium to contain, applied voltage, etc.

[0019]

[Effect of the Invention] As mentioned above, since this invention is high adhesion reinforcement and has a metal exoergic body whorl with high conductivity on the alumimium nitride sintered compact base front face where thermal conductivity is good, highly precise temperature control is possible for it on it, and it is excellent in it at the imitation nature to a temperature setup.

[0020] Therefore, the heating condensator in which quick temperature up/temperature fall are possible can be offered now by combining with a condensator.

[0021]

[Example] Although an example is given to below and this invention is further explained to it at a detail, this invention is not limited to these examples at all.

[0022] The combination shown in one to examples 1-7 and example of comparison 2 table 1 is followed, and it is 2.0 micrometers of mean diameters. 3 mills performed kneading and distribution for palladium powder and the silver dust end of 1.0 micrometers of mean diameters with the organic vehicle, and the \*\*-strike was obtained. It screen-stenciled in the configuration as showed this paste on the alumimium nitride sintered compact base at drawing 1 .

[0023] After printing, after drying for 100 degree-Cx 30 minutes, it calcinated for 850 degree-Cx 30 minutes in atmospheric air, and the metal exoergic body whorl was formed in the sintered compact front face. The total die length of the formed heating element is 290mm, width is 250 micrometers and thickness is 14 micrometers. In addition, the example 6 was calcinated for 850 degree-Cx 30 minutes in an argon.

[0024] First, the solder wettability of this resistance heating element was evaluated. Moreover, the thermo cycle test for -65 degree-Cx30 minutes - 125-degree-Cx 30 minutes was performed about this base that carried out metallizing. The hard soldering opium poppy and the 90-degree peel test were performed for the nickel lead of 3mm width of face after test termination, and the adhesion reinforcement of metallizing was measured. These results were shown in Table 2.

[0025] next -- drawing 2 -- a sectional view -- \*\*\*\*\* -- being shown -- as -- the above -- alumimium nitride -- a sintered compact -- one -- a front face -- a metal -- generation of heat -- a body whorl -- two -- forming -- having had -- a ceramic heater -- a field -- a top -- a thermocouple -- five -- five -- ' -- having equipped -- alumimium nitride -- a sintered compact -- a substrate -- one -- ' -- piling up -- further -- ten -- degree C -- cooling water -- flowing -- \*\*\*\* -- aluminum -- make -- a cooling plate -- seven -- preparing -- heating and a condensator -- creating -- the characteristic test -- having carried out .

[0026] In addition, the magnitude of the above-mentioned heating and condensator is 25mm in width 45x depth 30x height. At the time of a temperature up, power was impressed to the external electrode. At the time of a temperature fall, while turning off

impression power, the heater was immediately put on the condensator 7 and it cooled. The thermocouple was installed in 5 (heating element center section) of drawing 2, the temperature change was measured, and the difference of this measurement temperature and laying temperature was evaluated as a temperature precision.

[0027] In addition, energization to an exoergic resistor was performed by the power control which used the thyristor of rated 200Vx20A.

[0028] Moreover, from a heat pattern, i.e., 20 degrees C, as shown in drawing 3 to 100 degrees C, heat in 8 seconds and it holds for 10 minutes. Next, it cooled in 18 seconds to 10 degrees C, and the program held for 10 more minutes was constructed, and the time amount T1 which the actual temperature up when impressing power takes, and the time amount T2 which the temperature fall to 10 degrees C takes when impression power is immediately turned off by 100 degrees C after maintenance for 10 minutes and it puts on a cooling plate were measured. Moreover, another thermocouple was installed in 5' (eye \*\*\*\* of a heating element and the energization section) of drawing 2, and when the location of 5 was 100 degrees C, the temperature gradient (temperature-distribution precision) with the location of 5' was measured. The result of temperature control and measurement is shown in Table 3. The temperature precision of a publication all over Table 3 has shown the difference of the laying temperature (100 degrees C) and actual temperature 20 seconds after the program start when carrying out a program setup of the time amount required from 20 degrees C by 100 degrees C at 8 seconds.

[0029] As example of comparison 3 meal exothermic body, the organic vehicle was added to 2.5 micrometer tungsten powder of mean diameters, 3 mills performed kneading and distribution, and resistive paste was obtained. It screen-stenciled in the configuration as showed this resistive paste on the alumimium nitride sintered compact base at drawing 1,  $N_2/H_2=2/1$  calcinated for 1400 degree-Cx 30 minutes in an ambient atmosphere, and the resistance heating element was obtained. The heating element resistance at this time was 50ohms.

[0030] About this resistance heating element, the evaluation trial and the characteristic test were performed on the same conditions as an example, and the adhesion reinforcement, and heating/cooling rate of metallizing after solder wettability and a thermo cycle test was measured. The result was collectively shown in Table 2 and 3.

[0031] As an example of comparison 3 resistor component, 8 % of the weight of glass fillets with 700 degrees C [ of softening temperatures ] and a crystallization temperature of 800 degrees C was mixed to the 0.1-micrometer powder which has the presentation of 18 % of the weight of platinum, and 82 % of the weight of palladium, and resistive paste was obtained. This resistive paste was screen-stenciled in the configuration as shown on the alumimium nitride sintered compact substrate at drawing 1, it calcinated like the example, and the resistance heating element was obtained. The exoergic resistor at this time was 119ohms.

[0032] About this resistance heating element, the evaluation trial and the characteristic test were performed on the same conditions as an example, and the adhesion reinforcement, and heating/cooling rate of metallizing after solder wettability and a thermo cycle test was measured. The result was collectively shown in Table 2 and 3.

[0033]

[Table 1]

表 1

		比較 例 1	実 施 例 1	実 施 例 2	実 施 例 3	実 施 例 4	実 施 例 5	比較 例 2	実 施 例 6	実 施 例 7
配 合	銀 パラジウム (重量部)	99.9 0.1	99.5 0.5	93 7	85 15	70 30	60 40	40 60	85 15	85 15
	Ti ガラス (重量%)	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	3 0	0 4
発熱体比抵抗 ( $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ )		3.0	3.3	6.3	14	26	38	61	15	19
発熱体抵抗 $\Omega$		2.5	2.7	5.2	12	22	32	51	12	16

[0034]

[Table 2]

表 2

	パラジウム／銀	半田濡れ性	ヒートサイクル 後の密着強度
比較例 1	0.1/99.9	63 %	2.7 kgf
実施例 1	0.5/99.5	94	5.8
■ 2	7/93	96	5.9
■ 3	15/85	97	6.2
■ 4	30/70	95	5.7
■ 5	40/60	92	4.5
比較例 2	60/40	56	2.9
実施例 6	15/85	97	6.1
■ 7	15/85	88	5.4
比較例 3	W 100	67	2.8
■ 4	Pd/Pt	55	2.2

[0035]

[Table 3]

表 3

	各温度までの到達 時間 (sec)		温度精度 (°C)	温度分布 精度 (°C)
	100°C T1	10°C T2		
比較例 1	18	29	±1.2	±0.7
実施例 1	9	19	±0.3	±0.2
“ 2	9	20	±0.2	±0.2
“ 3	8	20	±0.1	±0.1
“ 4	9	20	±0.2	±0.3
“ 5	10	21	±0.3	±0.5
比較例 2	27	32	±1.6	±1.2
実施例 6	9	20	±0.3	±0.4
“ 7	10	21	±0.4	±0.5
比較例 3	26	29	±5.4	±4.2
“ 4	38	35	±4.7	±3.5

---

 [Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The pattern of a metal exoergic body whorl

[Drawing 2] The sectional view of the mode which combined the ceramic heater and condensator of a typical mode of this invention

[Drawing 3] The graph which shows a heat pattern

[Description of Notations]

1 Alumimium Nitride Sintered Compact

1' Alumimium nitride sintered compact which has a thermocouple

2 Meal Exothermic Body

3 Energization Section

4 Electrode

5 Thermocouple

5' Thermocouple

6 Cooling Water

7 Condensator

8 Impression Power Source

---

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-201459

(43) 公開日 平成7年(1995)8月4日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 5 B 3/20

識別記号

3 9 3

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-338167

(22) 出願日 平成5年(1993)12月28日

(71) 出願人 000003182

株式会社トクヤマ

山口県徳山市御影町1番1号

(72) 発明者 山本 玲緒

山口県徳山市御影町1番1号 徳山曹達株式会社内

(72) 発明者 宮原 健一郎

山口県徳山市御影町1番1号 徳山曹達株式会社内

(54) 【発明の名称】 セラミックヒーター

(57) 【要約】

【目的】高精度且つ迅速な昇温速度、降温速度を有し、均一な温度分布を可能とした窒化アルミニウム基材のセラミックヒーターを提供する。

【構成】窒化アルミニウム焼結体表面に、パラジウム及び銀よりなり、パラジウムと銀との重量比が0.3:99.7~40:60の合金を主成分とする金属発熱体層を形成したセラミックヒーターである。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】窒化アルミニウム焼結体表面に、パラジウム及び銀よりなり、パラジウムと銀との重量比が0.3:99.7~40:60の合金を主成分とする金属発熱体層を形成したセラミックヒーター。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、新規なセラミックヒーターに関する。詳しくは、高精度且つ迅速な昇温速度、降温速度を有し、均一な温度分布を可能としたセラミックヒーターである。

## 【0002】

【従来の技術】窒化アルミニウムセラミックス基体上あるいは基体間に、金属発熱体層を形成したセラミックヒーターは、単位面積当たりの発熱量を高く取れるという点で優れており、小型、軽量化ができ、耐熱性も高いため、家庭電化製品、各種製造装置等に広く利用され始めている。

【0003】しかしながら、上記セラミックヒーターにおいては、例えば、高精度且つ迅速な昇温速度、降温速度を必要とする医学、化学、生物工学分野向けの加熱冷却、恒温装置には応用しにくいという問題があった。

【0004】一方、窒化アルミニウム焼結体は、その表面の金属に対する濡れ特性が悪く、金属発熱体の密着性が悪いという欠点を有し、かかる欠点を解消するためにパラジウムと白金よりなる合金を金属発熱体として使用したセラミックヒーターが提案されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記合金を使用したセラミックヒーターは、窒化アルミニウム焼結体に対する密着性は改良されるものの、高精度且つ迅速な温度制御に関しては、未だ改良の余地があった。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記問題を解決すべく鋭意研究した結果、特定範囲でパラジウムを含有するAg-Pd合金を主成分とする金属発熱体を使用することにより、加熱/冷却サイクルを繰り返しても窒化アルミニウム基体への密着強度が低下せず、しかも、高精度且つ迅速な温度制御を可能にしたセラミックヒーターが得られることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0007】本発明は、窒化アルミニウム焼結体表面に、パラジウム及び銀よりなり、パラジウムと銀との重量比が0.3:99.7~40:60の合金を主成分とする金属発熱体層を形成したセラミックヒーターである。

【0008】本発明において、窒化アルミニウム焼結体は、セラミックヒーターとして公知の材質、形状のものが特に制限なく使用される。例えば、材質としては、熱伝導度が160W/m・K(室温)以上のものが好適で

ある。

【0009】また、形状は使用目的に応じて、板状、円筒状等の任意の形状を採り得るが、後述する金属発熱体形成用のペーストを印刷する際の容易性より、表面が平坦な形状が好ましい。

【0010】本発明の特徴は、かかる窒化アルミニウム焼結体の表面に、パラジウム及び銀よりなり、パラジウムと銀との重量比が0.3:99.7~40:60、好ましくは、6:94~27:73の合金を主成分とする金属発熱体層を形成したことにある。即ち、パラジウムの割合が0.3より少ない場合は、形成される金属発熱体の機械的性質が十分でなく、窒化アルミニウム焼結体表面への密着性が低下する。

【0011】従って、セラミックヒーターの温度制御を精度よく行うことができないばかりでなく、耐久性も低下する。

【0012】また、パラジウムの割合が、40を越えた場合は、得られるセラミックヒーターの発熱体の加熱/冷却速度が遅くなり、精度よく昇温、冷却を行うことができなくなる。また、該発熱体の固有抵抗率が50μΩ・cm以上となり、最初の印加電力がかけにくくなり(高電圧、低電流となるので)昇温時の立ち上がりが遅くなるといった問題が生じる。更に、電極部分のリード接合のためのろう材および半田濡れ性が悪くなり、他の装置への組み込みが困難となる。

【0013】本発明において、上記組成の金属発熱体層を窒化アルミニウム焼結体表面に形成する方法は、特に制限されないが、一般には、粒径1.5~2.7μmのパラジウム粉と粒径1.1~2.3μmの銀粉を重量比でPd/Ag=0.3/99.7~40/60の割合で配合し、これを有機ビヒクルと共に混練・分散してペーストを作成し、該ペーストを基体上にスクリーン印刷等の方法で塗布した後、乾燥、焼成する方法が挙げられる。

【0014】上記方法において、有機ビヒクルとしては、エチルセルロース、ジ-n-ブチルフタレート、ブチルカルビトールアセテート等が好適に使用される。また、粘度調節のためにテレヒネオール等の有機溶剤を添加してもよい。

【0015】更に、上記合金組成に対して、2~7重量%のTi、Zrなどの活性金属、10重量%以下のガラス成分を添加することは窒化アルミニウム焼結体表面に形成される金属発熱体層の密着性を向上させる点から好ましい。

【0016】また、ペースト塗布、乾燥後の焼成条件は、適宜決定すればよく、大気中で、810~870℃の温度範囲で、10~180分程度が適当である。

【0017】本発明において、かかる金属発熱体層のパターンは、特に制限されるものではないが、線状のパターンを一定の間隔で配列したものが好適である。

【0018】また、金属発熱体層の厚みは、パターン幅、含有されるパラジウムの割合、印加電圧等に応じて適宜決定すればよい。

【0019】

【発明の効果】以上のように、本発明は、熱伝導性が良好な窒化アルミニウム焼結体基体表面に、高い密着強度で、電気伝導率の高い金属発熱体層を有するため、高精度の温度制御が可能で、温度設定に対する追従性に優れたものである。

【0020】従って、冷却器と組み合わせることにより、迅速な昇温／降温が可能な加熱冷却器を提供できるようになった。

【0021】

【実施例】以下に、実施例を挙げて本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に何等限定されるものではない。

【0022】実施例1～7、比較例1～2

表1に示す配合にしたがって、平均粒径2.0 $\mu$ mのパラジウム粉末と平均粒径1.0 $\mu$ mの銀粉末を有機ビヒクルと共に、3本ロール機にて混練・分散を行ってペーストを得た。このペーストを窒化アルミニウム焼結体基体上に、図1に示したような形状でスクリーン印刷した。

【0023】印刷後、100℃×30分間乾燥した後、大気中850℃×30分焼成し、焼結体表面に金属発熱体層を形成した。形成された発熱体の総長さは290mmで、巾は250 $\mu$ m、厚みは14 $\mu$ mである。なお、実施例6は、アルゴン中850℃×30分焼成した。

【0024】まず、この抵抗発熱体の半田濡れ性を評価した。また、このメタライズした基体について-65℃×30分～125℃×30分のヒートサイクルテストを行った。テスト終了後、3mm幅のニッケルリードをロウ付けし、90度ピールテストを行い、メタライズの密着強度を測定した。これらの結果を表2に示した。

【0025】次に、図2に断面図として示すように、上記窒化アルミニウム焼結体1の表面に金属発熱体層2が形成されたセラミックヒーターの面上に、熱電対5、5を装着した窒化アルミニウム焼結体基板1を重ね、更に10℃の冷却水が流れているアルミニウム製冷却板7を用意して、加熱・冷却器を作成し、その特性試験を行った。

【0026】尚、上記の加熱・冷却器の大きさは巾45×奥行30×高さ25mmである。昇温時には、外部電極に電力を印加した。降温時には、印加電力を切ると同時に加熱器をただちに冷却器7にのせて冷却した。図2の5（発熱体中央部）に熱電対を設置し、温度変化を測定し、この測定温度と設定温度との差を温度精度として

評価した。

【0027】尚、発熱抵抗体への通電は定格200V×20Aのサイリスタを用いた電力制御で行った。

【0028】また、図3に示すようなヒートパターン、即ち、20℃から100℃まで8秒で加熱し10分保持し、次に、10℃まで18秒で冷却し、さらに10分間保持するプログラムを組み、電力を印加した時の実際の昇温に要する時間T1と、100℃で10分間保持後ただちに印加電力を切り、冷却板にのせた時、10℃までの降温に要する時間T2とを測定した。また、別の熱電対を図2の5'（発熱体と通電部との境目）に設置し、5'の位置が100℃の時、5'の位置との温度差（温度分布精度）を測定した。温度制御と測定の結果を、表3に示す。表3中に記載の温度精度は、20℃から100℃までに要する時間を8秒にプログラム設定した時の、プログラムスタートから20秒後に於ける設定温度（100℃）と実温との差を示してある。

【0029】比較例3

金属発熱体として、平均粒径2.5 $\mu$ mタングステン粉末に有機ビヒクルを添加し、3本ロール機にて混練・分散を行って抵抗体ペーストを得た。この抵抗体ペーストを窒化アルミニウム焼結体基体上に図1に示したような形状でスクリーン印刷し、N<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>=2/1の雰囲気中1400℃×30分焼成し、抵抗発熱体を得た。この時の発熱体抵抗値は、50 $\Omega$ であった。

【0030】この抵抗発熱体について、実施例と同一条件で評価試験および特性試験を行い、半田濡れ性、ヒートサイクルテスト後のメタライズの密着強度および加熱／冷却速度を比較した。結果を表2及び表3にまとめて示した。

【0031】比較例3

抵抗体成分として、白金18重量％／パラジウム82重量％の組成を有する0.1 $\mu$ mの粉末に軟化点700℃、結晶化温度800℃のガラスフィレット8重量％を混合して、抵抗体ペーストを得た。この抵抗体ペーストを窒化アルミニウム焼結体基板上に、図1に示したような形状でスクリーン印刷し、実施例と同様に焼成し、抵抗発熱体を得た。この時の発熱抵抗体は、119 $\Omega$ であった。

【0032】この抵抗発熱体について、実施例と同一条件で評価試験および特性試験を行い、半田濡れ性、ヒートサイクルテスト後のメタライズの密着強度および加熱／冷却速度を比較した。結果を表2及び表3にまとめて示した。

【0033】

【表1】

表1

		比較 例 1	実 施 例 1	実 施 例 2	実 施 例 3	実 施 例 4	実 施 例 5	比 較 例 2	実 施 例 6	実 施 例 7
配	銀	99.9	99.5	93	85	70	60	40	85	85
	パラジウム (重量部)	0.1	0.5	7	15	30	40	60	15	15
合	Ti	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	ガラス (重量%)	0	0	0	0	0	0	0	0	4
発熱体比抵抗 ( $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ )		3.0	3.3	6.3	14	26	38	61	15	19
発熱体抵抗 $\Omega$		2.5	2.7	5.2	12	22	32	51	12	16

【0034】

【表2】

表2

	A'パッド/銀	半田濡れ性	ヒートサイクル後の密着強度
比較例1	0.1/99.9	63%	2.7 kgf
実施例1	0.5/99.5	94	5.8
2	7/93	96	5.9
3	15/85	97	6.2
4	30/70	95	5.7
5	40/60	92	4.5
比較例2	60/40	56	2.9
実施例6	15/85	97	6.1
7	15/85	88	5.4
比較例3	W 100	67	2.8
4	Pd/Pt	55	2.2

【0035】

【表3】

表3

	各温度までの到達 時間 (sec)		温度精度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	温度分布 精度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
	100 $^{\circ}\text{C}$ T1	10 $^{\circ}\text{C}$ T2		
比較例1	18	29	$\pm 1.2$	$\pm 0.7$
実施例1	9	19	$\pm 0.3$	$\pm 0.2$
2	9	20	$\pm 0.2$	$\pm 0.2$
3	8	20	$\pm 0.1$	$\pm 0.1$
4	9	20	$\pm 0.2$	$\pm 0.3$
5	10	21	$\pm 0.3$	$\pm 0.5$
比較例2	27	32	$\pm 1.6$	$\pm 1.2$
実施例6	9	20	$\pm 0.3$	$\pm 0.4$
7	10	21	$\pm 0.4$	$\pm 0.5$
比較例3	26	29	$\pm 5.4$	$\pm 4.2$
4	38	35	$\pm 4.7$	$\pm 3.5$

【図面の簡単な説明】

【図1】金属発熱体層のパターン

【図2】本発明の代表的な態様のセラミックヒーターと冷却器を組み合わせた態様の断面図

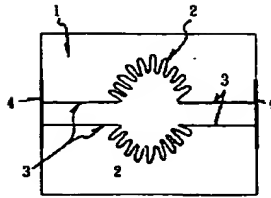
40 【図3】ヒートパターンを示すグラフ

【符号の説明】

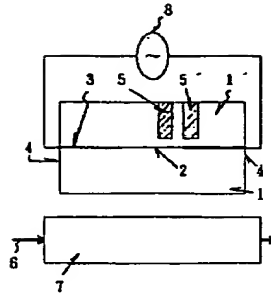
- 1 窒化アルミニウム焼結体
- 1 熱電対を有する窒化アルミニウム焼結体
- 2 金属発熱体
- 3 通電部
- 4 電極
- 5 熱電対
- 5 熱電対
- 6 冷却水
- 50 7 冷却器

## 8 印加電源

【図1】



【図2】



【図3】

